



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И ПАРАМЕТРОВ ТЭС

**Программа, методические указания
по изучению дисциплины**

**Для студентов заочной формы обучения
по образовательной программе «Технология
производства электрической и тепловой энергии»
направления подготовки
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Казань 2016

УДК 621.311.22

ББК 31.37

О-60

О-60 Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС: программа, методические указания по изучению дисциплины / Сост.: Ю.В. Абасев. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – 28 с.

Содержат программу, общие рекомендации и методические указания по изучению разделов дисциплины и выполнению контрольной работы, варианты контрольного задания.

Разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования для студентов заочной формы обучения по образовательной программе «Технология производства электрической и тепловой энергии» направления подготовки магистров 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

УДК 621.311.22

ББК 31.37

ВВЕДЕНИЕ

Перед современной теплоэнергетикой стоят задачи обеспечения надёжной, безопасной и экономичной работы оборудования тепловых и атомных электростанций. Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации теплоэнергетических предприятий свидетельствует о необходимости оптимизации режимов работы и параметров ТЭС для работы тепловых электростанций в рыночных условиях.

В рамках дисциплины «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС» изучаются современные методы оптимизации режимов работы и параметров ТЭС.

Студенты заочной формы обучения дисциплину «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС» изучают в 4 и 5-м семестрах. Работа студента над дисциплиной складывается из следующих элементов: посещения установочного занятия в КГЭУ; самостоятельного изучения дисциплины и выполнения контрольных работ. В процессе самостоятельной работы студент может обращаться к преподавателю с вопросами для получения письменной или устной консультации. Учебно-методическое обеспечение дисциплины студенты могут получить в электронных личных кабинетах информационной системы КГЭУ и в библиотеке КГЭУ. В конце 4 и 5-го семестров студенты посещают практические занятия в КГЭУ, сдают зачеты.

В данном документе приведена программа, общие рекомендации и методические указания по изучению разделов дисциплины и выполнению контрольных работ, варианты контрольных заданий.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС» является изучение методов оптимизации режимов работы и параметров ТЭС и их учет при проектировании ТЭС и конструировании основного оборудования.

Задачи освоения дисциплины: сформировать у студентов способность к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; изучение методов выбора оптимальной мощности КЭС, определения предельной мощности ТЭС по условиям загрязнения воздушного бассейна; методов оптимизации параметров пара на ТЭС; методов определения оптимальной температуры питательной воды, выбора оптимальных скоростей среды; методов оптимизации режимов и схем отпуска тепла от ТЭЦ.

МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дисциплина «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС» относится к вариативной части образовательной программы «Технология производства электрической и тепловой энергии» направления подготовки магистров 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

До освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции: способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1); способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2).

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующую компетенцию: способность к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства (ПК-3).

Студент, изучивший дисциплину, должен *знать*:

– современные методы оптимизации; метод выбора оптимальной мощности КЭС, определения предельной мощности ТЭС по условиям загрязнения воздушного бассейна; методы оптимизации параметров пара на ТЭС; методы определения оптимальной температуры питательной воды, выбора оптимальных скоростей среды; методы оптимизации режимов и схем отпуска тепла от ТЭЦ; методы оптимизации систем теплоснабжения (ПК-3);

– параметры, характеристики и режимы работы оборудования (ПК-3);

– экономические критерии выбора оптимальных решений (ПК-3);

уметь:

– применять методы оптимизации на ТЭС (ПК-3);

– выбирать оптимальные параметры отопительных отборов у турбин со ступенчатым подогревом сетевой воды при эксплуатации (ПК-3);

владеть основными методами оптимизации на ТЭС (ПК-3).

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ «ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И ПАРАМЕТРОВ ТЭС»

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Семестр	Форма промежуточной аттестации (З, Э)	Форма самостоятельной работы (К, Р, РГР, КР, КП и др.)	Часы учебных занятий					
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Занятия, проводимые в интерактивной форме
4	З	К	72	–	4	–	68	–
5	З	К	72	–	4	–	68	–

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Техничко-экономические расчеты в энергетике

Экономические критерии выбора оптимальных решений. Метод замыкающих затрат. Фактор надежности и учет аварийного резерва. Режимные факторы в электроэнергетике. Современные методы оптимизации.

Раздел 2. Обоснование решений при проектировании ТЭС

Выбор оптимальной мощности КЭС. Определение предельной мощности ТЭС по условиям загрязнения воздушного бассейна.

Раздел 3. Оптимизация параметров пара на ТЭС

Оптимизация начальных параметров пара и промперегрева на ТЭС (методика технико-экономической оптимизации начальных параметров и параметров промежуточного перегрева пара; изменения технико-экономических и стоимостных показателей паротурбинных установок при оптимизации начальных параметров пара; позонное развитие ТЭС, технико-

экономические величины начальных параметров для ТЭС различного назначения). Выбор расчетного конечного давления и характеристик конденсационного устройства турбин (технико-экономические показатели систем технического водоснабжения ТЭС; методика выбора расчетного конечного давления и характеристик конденсационного устройства турбин; некоторые результаты оптимизации конечного давления и характеристик конденсационного устройства турбин). Особенности выбора начальных и конечных параметров пара на АЭС.

Раздел 4. Оптимизация параметров и элементов тепловых схем паротурбинных установок

Термодинамически и технико-экономически оптимальная температура питательной воды. Выбор оптимальных скоростей среды и расчет потерь давления в трубопроводах ТЭС.

Раздел 5. Оптимизация режимов и схем отпуска тепла от ТЭЦ

Оптимальное распределение подогрева сетевой воды в подогревателях турбин. Ступенчатый подогрев сетевой воды у турбин типа Т и ПТ, переведенных на теплофикационное противодавление. Утилизация тепла отработавшего пара в конденсаторах турбин. Выбор оптимальных параметров отопительных отборов у турбин со ступенчатым подогревом сетевой воды. Выбор числа ступеней подогрева сетевой воды от турбин. Выбор оптимальных поверхностей нагрева сетевых подогревателей турбины.

Раздел 6. Оптимизация систем теплоснабжения

Определение расходов тепла. Выбор системы теплоснабжения. Выбор схем присоединения потребителей тепла. Выбор температурного графика теплосети. Гидравлический режим теплосети. Выбор параметров теплосети и сетевых и подпиточных насосов (определение расходов теплоносителя, гидравлический расчет трубопроводов водяных тепловых сетей, построение пьезометрического графика, выбор сетевых и подпиточных насосов). Оптимизация транспортных систем. Особенности выбора параметров и схем теплоснабжения от удаленных источников тепла. Дальний транспорт тепла.

Тематика практических занятий

Номер занятия	Тема практического занятия	Продолжительность (часов)
1	Обзорное занятие по дисциплине в целом. Распределение вариантов контрольных работ. Методика выполнения контрольного задания	2
2	Оптимизация параметров и элементов тепловых схем паротурбинных установок	2
3	Оптимизация режимов и схем отпуска тепла от ТЭЦ	4
	Итого:	8

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ НАД ДИСЦИПЛИНОЙ

Работа студента над дисциплиной «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС» складывается из следующих элементов: самостоятельного изучения тем дисциплины по учебникам и учебным пособиям с последующей самопроверкой; посещения установочного занятия, практических занятий; выполнения контрольных работ; подготовки к зачётам. В процессе самостоятельной работы студент может обращаться к преподавателю с вопросами для получения письменной или устной консультации. Завершающим этапом является сдача зачетов в 4 и 5-м семестрах.

Самостоятельное изучение материала по учебникам и учебным пособиям

Освоение дисциплины следует начинать с уяснения её целей и задач. При первом чтении изучаемой темы необходимо получить общее представление об излагаемых вопросах, выделить основные понятия и отметить непонятные места. Затем отыскать в соответствующих справочных материалах ответы на появившиеся вопросы. При повторном чтении следует законспектировать материал по теме с необходимыми пояснениями и ссылками.

Переходить к изучению новой темы следует только после полного изучения теоретических вопросов и выполнения самопроверки.

Самопроверка

Закончив изучение темы, студент должен ответить на вопросы для самопроверки, внести коррективы в конспект, который впоследствии поможет при повторении материала в период подготовки к зачёту.

Консультации

При возникновении затруднений при проработке теоретического материала следует чётко сформулировать вопросы, ответы на которые можно будет получить в ходе индивидуальных письменных и устных консультаций или после практических занятий по соответствующим темам.

Практические занятия

Для более глубокого изучения дисциплины и получения навыков применения компьютерных технологий для расчета тепловых схем турбоустановок ТЭС проводятся практические занятия. Количество часов практических занятий и их содержание приведены в соответствующих разделах данной методической разработки.

Контрольная работа

В процессе изучения дисциплины «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС» студент самостоятельно выполняет контрольную работу, которая является формой методической помощи при изучении дисциплины. Преподаватель-рецензент указывает студенту на недостатки в усвоении материала дисциплины, что позволяет устранить их. Темы контрольных работ и правила их оформления представлены в соответствующем разделе данной методической разработки.

Зачёт

К сдаче зачётов по дисциплине «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС» допускаются студенты, имеющие зачтённые контрольные работы. Список вопросов, выносимых на зачёт, представлен в соответствующем разделе данной методической разработки.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Буров В.Д. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, В.М. Лавыгин. – М.: МЭИ, 2007. – 466 с.

Дополнительная литература:

2. Андрющенко А.И. Оптимизация режимов работы и параметров тепловых электростанций: учеб. пособие для студентов вузов / А.И. Андрющенко, Р.З. Аминов. – М.: Высшая школа, 1983. – 255 с.

3. Качан А.Д. Справочное пособие по технико-экономическим основам ТЭС / А.Д. Качан, Б.В. Яковлев. – Минск: Вышэйшая школа, 1982. – 320 с.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

4. Вычислительная система Mathcad (адрес разработчика в интернете: <http://ru.ptc.com/product/mathcad>).

5. Компьютерная программа Water Steam Pro (о применении программы: <http://www.wsp.ru/ru/documentation/wsp/5.6/usemath.htm>).

6. Электронные образовательные ресурсы КГЭУ.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ
ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа дисциплины состоит из 6 разделов. Ниже по каждому разделу приводятся ссылки с указанием источника, где излагается данная тема. Номер источника, указанный в квадратных скобках, соответствует его номеру в списке литературы. Далее приводятся вопросы для самопроверки, к которым следует приступать после изучения соответствующей темы.

СЕМЕСТР 4

Раздел 1. Технико-экономические расчеты в энергетике

Литература: [3], гл. 1; [6].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите критерии оптимальности при выборе наиболее экономичного варианта в энергетике.

2. Перечислите условия технической и экономической сопоставимости сравниваемых вариантов по минимуму приведенных затрат.

3. Объясните, как определяется величина удельных капиталовложений.

4. Объясните, как определяются удельные приведенные затраты.

5. Перечислите недостатки метода срока окупаемости.

6. Раскройте понятие замыкающих затрат.

7. Раскройте понятие замыкающего топлива.

8. Перечислите основные показатели количественной оценки надежности энергоснабжения.

9. Перечислите основные виды резервов электрической мощности в энергосистеме.

10. Перечислите основные параметры, характеризующие суточный режим электропотребления.

11. Объясните, опираясь на какие оптимальные значения можно определить необходимый состав вновь вводимого оборудования, мощность и тип электростанций.

Раздел 2. Обоснование решений при проектировании ТЭС

Литература: [3], гл. 2; [6].

Вопросы для самопроверки

1. Объясните, почему предельная мощность новой или расширяемой электростанции ограничивается требованиями охраны атмосферного воздуха.

2. Назовите вещества, ПДК которых в атмосферном воздухе должны быть выдержаны при сооружении ТЭС.

3. Расскажите, как определяется предельная мощность электростанции при заданной высоте дымовых труб.

4. Расскажите, как определяется высота дымовых труб при заданной мощности электростанции.

Раздел 3. Оптимизация параметров пара на ТЭС

Литература: [1], гл. 2; [3], гл. 3; [6].

Вопросы для самопроверки

1. Объясните, в чем заключаются общие подходы в определении оптимизации начальной температуры и начального давления.

2. Напишите и объясните условие оптимума начальной температуры при заданном начальном давлении.

3. Объясните различие технико-экономически и термодинамически оптимального давления промперегрева.

4. Объясните, как определяется термодинамически оптимальная температура начала промперегрева.

5. Объясните, как определяется оптимальное давление промперегрева.

6. Расскажите, от чего существенно зависит стоимость элементов котельного агрегата, турбины и паропроводов.

7. Объясните, каким образом стоимость топливоподачи и системы пылеприготовления зависит от расхода топлива.

8. Объясните, почему не создаются установки на начальные давления в интервале 19–23 МПа.

9. Объясните, как связаны оптимальные начальные параметры для базовых паротурбинных блоков со стоимостью топлива.

10. Назовите капитальные затраты, зависящие от расхода охлаждающей воды.

СЕМЕСТР 5

Раздел 4. Оптимизация параметров и элементов тепловых схем паротурбинных установок

Литература: [1], гл. 2; [2], гл. 6; [3], гл. 8.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните, от чего зависит термодинамически оптимальная температура питательной воды.

2. Объясните, от чего зависит технико-экономически оптимальная температура питательной воды.

3. Расскажите, как выбираются оптимальные скорости среды.

4. Расскажите, как рассчитываются потери давления в трубопроводах ТЭС.

Раздел 5. Оптимизация режимов и схем отпуска тепла от ТЭЦ

Литература: [1], гл. 4; [2], гл. 2; [3], гл. 6.

Вопросы для самопроверки

1. Расскажите, каково оптимальное соотношение подогрева сетевой воды в подогревателях турбин по ступеням.

2. Объясните, почему выравнивание подогрева по ступеням с помощью регуляторов отборов или частичного обвода сетевой воды помимо подогревателей не дает положительного результата.

3. Назовите преимущества режима свободного распределения пара по ступеням подогрева при ступенчатом подогреве сетевой воды.

4. Назовите оптимальные режимы ступенчатого подогрева сетевой воды при свободном распределении пара по ступеням подогрева.

5. Перечислите ограничения работы с отключенным регулятором отбора.

6. Перечислите случаи, в которых использование теплофикационных пучков конденсаторов наиболее эффективно.

7. Перечислите случаи, в которых использование теплофикационных пучков конденсаторов малоэффективно и может оказаться недопустимым.

8. Расскажите, когда достигается наибольшая выработка электроэнергии за отопительный сезон.

9. Назовите критерий, по которому можно проводить выбор оптимальных параметров отопительных отборов новых турбин.

10. Объясните, как выбирается экономически выгодное число ступеней подогрева сетевой воды от турбин.

11. Назовите величину экономически оправданного подогрева сетевой воды одним отбором турбины.

12. Перечислите параметры, от которых зависит оптимальная поверхность сетевых подогревателей.

13. Назовите соотношение подогрева по ступеням при двух-, трехступенчатом подогреве сетевой воды в расчетном режиме.

Раздел 6. Оптимизация систем теплоснабжения

Литература: [1], гл. 4; [2], гл. 2; [3], гл. 7.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните, как рассчитывается расход тепла на отопление жилых зданий.

2. Объясните, как рассчитывается расход тепла на отопление общественных зданий.

3. Объясните, как рассчитывается расход тепла на вентиляцию общественных зданий.

4. Объясните, как рассчитывается расход тепла для определения нагрузки и выбора оборудования ТЭЦ и котельных, для расчета трубопроводов тепловых сетей.

5. Объясните, как рассчитываются годовые расходы тепла жилыми и общественными зданиями, необходимые для определения технико-экономических показателей системы теплоснабжения.

6. Перечислите случаи, в которых выгоднее использовать водяные и паровые системы централизованного теплоснабжения.

7. Перечислите случаи, в которых применяются закрытые и открытые системы централизованного теплоснабжения.

8. Перечислите случаи, в которых тепловые потребители могут присоединяться к тепловым сетям по независимой схеме.

9. Перечислите случаи, в которых тепловые потребители могут присоединяться к тепловым сетям по зависимой схеме.

10. Объясните, как выбираются параметры температурного графика теплосети.

11. Объясните, в каких случаях выгодно повышать температуру прямой сетевой воды, а в каких не выгодно.

12. Объясните, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на отопление.

13. Объясните, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на вентиляцию.

14. Объясните назначение гидравлического расчета при проектировании системы теплоснабжения.

15. Дайте определение понятию «расчетный участок теплотрассы».

16. Объясните, что такое пьезометрический график теплосети.

17. Объясните, каким требованиям должен удовлетворять пьезометрический график.

18. Объясните, какие факторы необходимо учитывать при определении оптимальных характеристик транспортной сети.

19. Расскажите об особенностях выбора параметров и схем теплоснабжения от удаленных источников тепла.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В ходе изучения дисциплины каждый студент выполняет две контрольные работы. При выполнении контрольных работ необходимо строго придерживаться указанных ниже правил. Работы, выполненные без соблюдения этих правил, не засчитываются и возвращаются студенту для переработки.

1. Каждая контрольная работа должна быть выполнена в отдельной тетради в клетку или на листах белой бумаги формата А4 чернилами синего или чёрного цвета.

2. Титульный лист контрольной работы оформляется в соответствии с образцом, приведенным в Приложении.

3. В заголовке работы указывается номер варианта контрольной работы и содержание задания. При выполнении работы необходимо оставлять поля шириной 4–5 см с правой стороны листа для замечаний рецензента.

4. Содержание контрольной работы должно полностью соответствовать варианту контрольного задания. Контрольная работа, содержащая не все составные части задания, а также задания не своего варианта, не засчитывается.

5. Срок выполнения контрольной работы составляет 1,5 месяца с момента получения задания.

6. В случае получения прорецензированной незачтённой работы студент должен исправить отмеченные рецензентом ошибки и недочёты и выполнить рекомендации. Если рецензент предлагает внести те или иные исправления или дополнения и прислать их для повторной проверки, это необходимо сделать в короткий срок. В случае незачёта работы и отсутствия прямого указания рецензента на то, что студент может ограничиться представлением исправленных решений отдельных частей задания, работа должна быть выполнена заново. К высылаемым исправлениям прикладываются прорецензированная работа и рецензия на неё, поэтому при выполнении контрольной работы рекомендуется оставлять в конце тетради несколько чистых листов для дополнений в соответствии с указаниями рецензента. Вносить исправления в текст работы после её рецензирования запрещается.

7. Зачтённые контрольные работы хранятся на кафедре.

Каждый студент выполняет контрольную работу в соответствии со своим вариантом. Выбор варианта контрольного задания производится согласно таблице, где номер варианта соответствует индивидуальному шифру студента.

Таблица вариантов контрольной работы

Номер варианта	Номера контрольных заданий	Номер варианта	Номера контрольных заданий
Контрольная работа № 1 (семестр 4)			
1	1, 31, 37, 49, 59	16	16, 34, 52, 20, 59
2	2, 32, 38, 48, 58	17	17, 35, 53, 21, 58
3	3, 33, 39, 47, 57	18	18, 36, 54, 22, 57
4	4, 34, 40, 46, 56	19	19, 31, 55, 23, 56
5	5, 35, 41, 45, 55	20	20, 32, 56, 24, 55
6	6, 36, 42, 44, 54	21	21, 33, 57, 25, 54
7	7, 31, 43, 45, 55	22	22, 34, 58, 26, 53
8	8, 32, 44, 46, 56	23	23, 35, 59, 27, 52
9	9, 33, 45, 47, 57	24	24, 36, 37, 28, 51
10	10, 34, 46, 28, 58	25	25, 31, 38, 29, 50
11	11, 35, 47, 29, 59	26	26, 32, 39, 30, 49
12	12, 36, 48, 28, 38	27	27, 33, 40, 15, 48
13	13, 31, 49, 29, 39	28	28, 34, 41, 16, 47
14	14, 32, 50, 30, 40	29	29, 35, 42, 17, 46
15	15, 33, 51, 31, 41	30	30, 36, 43, 18, 10

Контрольная работа № 2 (семестр 5)			
1	60, 66, 82, 76, 92	16	63, 81, 97, 79, 110
2	61, 67, 83, 77, 93	17	64, 66, 98, 78, 111
3	62, 68, 84, 78, 94	18	65, 67, 99, 77, 108
4	63, 69, 85, 79, 95	19	60, 68, 100, 76, 109
5	64, 70, 86, 80, 97	20	61, 69, 101, 75, 106
6	65, 71, 87, 81, 98	21	62, 70, 102, 74, 107
7	60, 72, 88, 82, 99	22	63, 71, 103, 73, 92
8	61, 73, 89, 83, 100	23	64, 72, 104, 82, 93
9	62, 74, 90, 84, 101	24	65, 73, 105, 83, 92
10	63, 75, 91, 85, 102	25	60, 74, 106, 84, 94
11	64, 76, 92, 86, 103	26	61, 75, 107, 85, 95
12	65, 77, 93, 87, 104	27	62, 76, 108, 86, 96
13	60, 78, 94, 88, 105	28	63, 77, 109, 87, 97
14	61, 79, 95, 89, 106	29	64, 78, 110, 88, 98
15	62, 80, 96, 90, 107	30	65, 79, 111, 89, 99

Задания для выполнения контрольной работы № 1 (семестр 4)

1. Перечислите критерии оптимальности при выборе наиболее экономичного варианта в энергетике.
2. Объясните, как определяется величина удельных капиталовложений.
3. Объясните, как определяются удельные приведенные затраты.
4. Объясните, что характеризует коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений.
5. Перечислите условия технической и экономической сопоставимости сравниваемых вариантов по минимуму приведенных затрат.
6. Перечислите недостатки метода срока окупаемости.
7. Раскройте понятие замыкающих затрат.
8. Раскройте понятие замыкающего топлива.
9. Объясните, как определяются замыкающие затраты для замыкающего топлива для региона.
10. Объясните, как определяются замыкающие затраты для незамыкающего топлива для региона.
11. Объясните, как определяются замыкающие затраты на электроэнергию.
12. Объясните, как определяются замыкающие затраты на тепловую энергию.

13. Перечислите и объясните ограничения в применении замыкающих затрат.

14. Перечислите основные параметры, характеризующие суточный режим электропотребления.

15. Назовите основные принципы формирования математической модели планирования развития энергосистем с учетом режима электропотребления.

16. Объясните, опираясь на какие оптимальные значения можно определить необходимый состав вновь вводимого оборудования, мощность и тип электростанций.

17. Раскройте понятие «надежность» в энергосистеме.

18. Перечислите основные показатели количественной оценки надежности энергоснабжения.

19. Перечислите основные виды резервов электрической мощности в энергосистеме.

20. Объясните, как можно найти величину аварийного недоотпуска энергии.

21. Назовите методы, которые используются в оптимизационных технико-экономических расчетах.

22. Расскажите, что используется в качестве критерия оптимума в вариантном методе.

23. Расскажите, что используется в качестве критерия оптимума в аналитическом методе.

24. Объясните, в чем заключается удобство оптимизации приведенных затрат по базовому варианту.

25. Перечислите требования к математической модели в оптимизационных исследованиях.

26. Приведите классификацию математических моделей по характеру использования математического аппарата и с точки зрения принципов их формирования.

27. Объясните, как в общем виде ставится задача линейного программирования.

28. Объясните, в чем заключается алгоритм симплекс-метода.

29. Объясните, в чем заключается сущность метода потенциалов.

30. Объясните, когда используют методы нелинейного программирования.

31. Объясните, каким образом можно оценить примерную мощность электростанции, количество и состав энергоблоков.

32. Назовите основные требования при выборе основного оборудования ТЭЦ.

33. Объясните, почему предельная мощность новой или расширяемой электростанции ограничивается требованиями охраны атмосферного воздуха.

34. Перечислите вещества, ПДК которых в атмосферном воздухе должны быть выдержаны при сооружении ТЭС.

35. Объясните, как определяется предельная мощность электростанции при заданной высоте дымовых труб.

36. Объясните, как определяется высота дымовых труб при заданной мощности электростанции.

37. Напишите и объясните условие оптимума начальной температуры при заданном начальном давлении.

38. Объясните различие технико-экономически и термодинамически оптимального давления промперегрева.

39. Объясните, как определяется термодинамически оптимальная температура начала промежуточного перегрева.

40. Объясните, как определяется оптимальное давление промперегрева.

41. Объясните, в чем заключаются общие подходы в определении оптимизации начальной температуры и начального давления.

42. При оптимизации начальных параметров пара необходимо учесть изменение стоимости ряда элементов. Назовите их.

43. Объясните, каким образом зависит стоимость топливоподачи и системы пылеприготовления от расхода топлива.

44. Опишите, от чего существенно зависит стоимость элементов котельного агрегата, турбины и паропроводов.

45. Объясните причину одновременного строительства различных типов ТЭС.

46. Объясните, как связаны оптимальные начальные параметры для базовых паротурбинных блоков со стоимостью топлива. Приведите примеры.

47. Объясните особенности парогазовых установок, предназначенных для полупиковой зоны графика электрических нагрузок.

48. Объясните, почему не создаются установки на начальные давления в интервале 19–23 МПа.

49. Перечислите капитальные затраты, которые практически не зависят в определенном диапазоне расхода охлаждающей воды от его изменения.

50. Приведите долю затрат, зависящих от расхода охлаждающей воды.

51. Перечислите капитальные затраты, зависящие от расхода охлаждающей воды.

52. Объясните, какова последовательность определения основных характеристик конденсационного устройства.

53. Дайте определение понятию «расчетное конечное давление».

54. Перечислите характеристики конденсационного устройства турбин.

55. Перечислите основные этапы выбора расчетного конечного давления.

56. Объясните, как определяются характеристики конденсационного устройства турбин.

57. Приведите примеры результатов оптимизации конечного давления турбин и характеристик конденсационного устройства.

58. Приведите примеры результатов оптимизации характеристик конденсационного устройства.

59. Приведите результаты оптимизации конечного давления и характеристик конденсационного устройства турбин.

Задания для выполнения контрольной работы № 2 (семестр 5)

60. Объясните, что означает термин «термодинамически оптимальная температура питательной воды».

61. Объясните, что означает термин «технико-экономически оптимальная температура питательной воды».

62. Объясните, от чего зависит термодинамически оптимальная температура питательной воды.

63. Объясните, от чего зависит технико-экономически оптимальная температура питательной воды.

64. Объясните, как определяется оптимальный диаметр трубопровода.

65. Объясните, как определяются оптимальные скорости среды.

66. Объясните, каково оптимальное соотношение подогрева сетевой воды в подогревателях турбин по ступеням.

67. Объясните, почему выравнивание подогрева по ступеням с помощью регуляторов отборов или частичного обвода сетевой воды мимо подогревателей не дает положительного результата.

68. Назовите преимущества режима свободного распределения пара по ступеням подогрева при ступенчатом подогреве сетевой воды.

69. Назовите оптимальные режимы ступенчатого подогрева сетевой воды при свободном распределении пара по ступеням подогрева.

70. Назовите ограничения работы с отключенным регулятором отбора.

71. Перечислите способы утилизации тепла отработавшего пара в конденсаторах турбин.

72. Опишите, в каких случаях использование теплофикационных пучков конденсаторов наиболее эффективно.

73. Опишите, в каких случаях использование теплофикационных пучков конденсаторов малоэффективно и может оказаться недопустимым.

74. Объясните, как выбираются оптимальные параметры отопительных отборов у турбин со ступенчатым подогревом сетевой воды.

75. Назовите критерий, по которому можно проводить выбор оптимальных параметров отопительных отборов новых турбин.

76. Объясните, когда достигается наибольшая выработка электроэнергии за отопительный сезон.

77. Объясните, как выбирается экономически выгодное число ступеней подогрева сетевой воды от турбин.

78. Напишите, какую величину составляет экономически оправданный подогрев сетевой воды одним отбором турбины.

79. Объясните, как производится выбор оптимальных поверхностей нагрева сетевых подогревателей турбины.

80. Перечислите параметры, от которых зависит оптимальная поверхность сетевых подогревателей.

81. Напишите, каково соотношение подогрева по ступеням при двух-, трех ступенчатом подогреве сетевой воды в расчетном режиме.

82. Объясните, как рассчитывается расход тепла на отопление жилых зданий.

83. Объясните, как рассчитывается расход тепла на отопление общественных зданий.

84. Объясните, как рассчитывается расход тепла на вентиляцию общественных зданий.

85. Объясните, как рассчитывается расход тепла для определения нагрузки и выбора оборудования ТЭЦ и котельных, для расчета трубопроводов тепловых сетей.

86. Объясните, как рассчитываются годовые расходы тепла жилыми и общественными зданиями, необходимые для определения технико-экономических показателей системы теплоснабжения.

87. Объясните, в каких случаях применяются закрытые, а в каких – открытые системы централизованного теплоснабжения.

88. Объясните, в каких случаях выгоднее использовать водяные, а в каких – паровые системы централизованного теплоснабжения.

89. Перечислите схемы присоединения потребителей тепла.

90. Объясните, в каких случаях тепловые потребители могут присоединяться к тепловым сетям по независимой схеме.

91. Объясните, в каких случаях тепловые потребители могут присоединяться к тепловым сетям по зависимой схеме.

92. Объясните, как выбираются схемы присоединения потребителей тепла.

93. Раскройте понятие «температурный график теплосети».

94. Объясните, как выбираются параметры температурного графика теплосети.

95. Объясните, в каких случаях выгодно повышать температуру прямой сетевой воды, в каких не выгодно.

96. Объясните, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на горячее водоснабжение при открытой системе теплоснабжения.

97. Объясните, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на горячее водоснабжение при закрытой системе теплоснабжения и параллельной схеме присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения.

98. Объясните, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на горячее водоснабжение при закрытой системе теплоснабжения и последовательной или смешанной схеме присоединения водоподогревателей.

99. Объясните, как рассчитать суммарный расчетный расход воды зимой в двухтрубных магистральных и распределительных тепловых сетях для определения диаметров трубопроводов при открытой системе теплоснабжения.

100. Объясните, как рассчитать суммарный расчетный расход воды зимой в двухтрубных магистральных и распределительных тепловых сетях для определения диаметров трубопроводов при закрытой системе теплоснабжения.

101. Объясните, как рассчитать расчетный расход воды в летний период для расчета гидравлического режима.

102. Опишите назначение гидравлического расчета при проектировании системы теплоснабжения.

103. Объясните, как определяется диаметр трубопровода на участке.

104. Объясните, как проводится гидравлический расчет трубопроводов водяных тепловых сетей.

105. Объясните, что такое пьезометрический график теплосети.

106. Перечислите требования, которым должен удовлетворять пьезометрический график.

107. Напишите, в каких случаях необходимо оптимизировать транспортные сети, какие параметры могут оптимизироваться.

108. Перечислите факторы, которые необходимо учитывать при определении оптимальных характеристик транспортной сети.

109. Приведите примеры оптимизации транспортных систем.

110. Объясните, как производится дальний транспорт тепла.

111. Опишите особенности выбора параметров и схем теплоснабжения от удаленных источников тепла.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ (СЕМЕСТР 4)

1. Перечислите критерии оптимальности при выборе наиболее экономичного варианта в энергетике.
2. Расскажите, как определяется величина удельных капиталовложений.
3. Расскажите, как определяются удельные приведенные затраты.
4. Расскажите, что характеризует коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений.
5. Расскажите, что такое замыкающие затраты.
6. Расскажите, что такое замыкающее топливо.
7. Расскажите, что понимается под термином «надежность» в энергосистеме.
8. Перечислите основные показатели количественной оценки надежности энергоснабжения.
9. Перечислите основные виды резервов электрической мощности в энергосистеме.
10. Перечислите основные параметры, характеризующие суточный режим электропотребления.
11. Назовите методы, которые используются в оптимизационных технико-экономических расчетах.
12. Расскажите, что используется в качестве критерия оптимума в вариантном методе.
13. Расскажите, что используется в качестве критерия оптимума в аналитическом методе.
14. Расскажите, в чем заключается удобство оптимизации приведенных затрат по базовому варианту.
15. Расскажите, каковы требования к математической модели в оптимизационных исследованиях.
16. Расскажите, каким образом можно оценить примерную мощность электростанции, количество и состав энергоблоков.
17. Назовите основные требования при выборе основного оборудования ТЭЦ.
18. Расскажите, почему предельная мощность новой или расширяемой электростанции ограничивается требованиями охраны атмосферного воздуха.
19. Назовите вещества, ПДК которых в атмосферном воздухе должны быть выдержаны при сооружении ТЭС.
20. Напишите и объясните условие оптимума начальной температуры при заданном начальном давлении.

21. Объясните разницу между технико-экономически и термодинамически оптимальным давлением промперегрева.

22. Объясните, как определяется термодинамически оптимальная температура начала промежуточного перегрева.

23. Объясните, как определяется оптимальное давление промперегрева.

24. При оптимизации начальных параметров пара необходимо учесть изменение стоимости ряда элементов. Назовите их.

25. Расскажите, каким образом стоимость топливоподачи и системы пылеприготовления зависит от расхода топлива.

26. Объясните причину одновременного строительства различных типов ТЭС.

27. Расскажите, как связаны оптимальные начальные параметры для базовых паротурбинных блоков со стоимостью топлива. Приведите примеры.

28. Расскажите, какие капитальные затраты практически не зависят в определенном диапазоне расхода охлаждающей воды от его изменения.

29. Расскажите, какова доля затрат, зависящих от расхода охлаждающей воды.

30. Расскажите, какие капитальные затраты зависят от расхода охлаждающей воды.

31. Расскажите, что такое расчетное конечное давление.

32. Расскажите, какие характеристики конденсационного устройства турбин вы знаете.

33. Приведите примеры результатов оптимизации конечного давления турбин и характеристик конденсационного устройства.

34. Перечислите условия технической и экономической сопоставимости сравниваемых вариантов по минимуму приведенных затрат.

35. Расскажите, как определяются замыкающие затраты для замыкающего топлива для региона.

36. Расскажите, как определяются замыкающие затраты для незамыкающего топлива для региона.

37. Расскажите, как определяются замыкающие затраты на электроэнергию.

38. Расскажите, как определяются замыкающие затраты на тепловую энергию.

39. Расскажите, как можно найти величину аварийного недоотпуска энергии.

40. Назовите основные принципы формирования математической модели планирования развития энергосистем с учетом режима электропотребления.

41. Расскажите, как можно классифицировать математические модели по характеру использования математического аппарата и с точки зрения принципов их формирования.

42. Расскажите, как определяется предельная мощность электростанции при заданной высоте дымовых труб.

43. Расскажите, как определяется высота дымовых труб при заданной мощности электростанции.

44. Объясните, в чем заключаются общие подходы в определении оптимизации начальной температуры и начального давления.

45. Расскажите, каковы особенности парогазовых установок, предназначенных для полупиковой зоны графика электрических нагрузок.

46. Перечислите основные этапы выбора расчетного конечного давления и расскажите о них.

47. Приведите примеры результатов оптимизации характеристик конденсационного устройства.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ (СЕМЕСТР 5)

1. Расскажите, что означает термин «термодинамически оптимальная температура питательной воды».

2. Расскажите, что означает термин «технико-экономически оптимальная температура питательной воды».

3. Расскажите, каково оптимальное соотношение подогрева сетевой воды в подогревателях турбин по ступеням.

4. Назовите преимущества режима свободного распределения пара по ступеням подогрева при ступенчатом подогреве сетевой воды.

5. Расскажите, какие существуют способы утилизации тепла отработавшего пара в конденсаторах турбин.

6. Расскажите, как выбираются оптимальные параметры отопительных отборов у турбин со ступенчатым подогревом сетевой воды.

7. Расскажите, как выбирается экономически выгодное число ступеней подогрева сетевой воды от турбин.

8. Расскажите, как производится выбор оптимальных поверхностей нагрева сетевых подогревателей турбины.

9. Расскажите, как рассчитывается расход тепла на отопление жилых, общественных зданий.

10. Расскажите, как рассчитывается расход тепла на вентиляцию общественных зданий.

11. Расскажите, как рассчитывается расход тепла для определения нагрузки и выбора оборудования ТЭЦ и котельных, для расчета трубопроводов тепловых сетей.

12. Расскажите, как рассчитываются годовые расходы тепла жилыми и общественными зданиями, необходимые для определения технико-экономических показателей системы теплоснабжения.

13. Расскажите, в каких случаях применяются закрытые, а в каких – открытые системы централизованного теплоснабжения.

14. Расскажите, какие существуют схемы присоединения потребителей тепла.

15. Расскажите, что такое температурный график теплосети.

16. Расскажите, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на отопление.

17. Расскажите, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на вентиляцию.

18. Расскажите, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на горячее водоснабжение при открытой системе теплоснабжения.

19. Расскажите, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на горячее водоснабжение при закрытой системе теплоснабжения и параллельной схеме присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения.

20. Расскажите, как рассчитать расходы воды в наружных теплосетях на горячее водоснабжение при закрытой системе теплоснабжения и последовательной или смешанной схеме присоединения водоподогревателей.

21. Расскажите, в чем назначение гидравлического расчета при проектировании системы теплоснабжения.

22. Расскажите, какой участок теплотрассы называется расчетным.

23. Расскажите, что такое пьезометрический график теплосети.

24. Нарисуйте пример пьезометрического графика теплосети.

25. Расскажите, как выбираются сетевые насосы.

26. Расскажите, как выбираются подпиточные насосы.

27. Расскажите, в каких случаях необходимо оптимизировать транспортные сети.

28. Расскажите, как производится дальний транспорт тепла.

29. Расскажите, от чего зависит термодинамически оптимальная температура питательной воды.

30. Расскажите, от чего зависит технико-экономически оптимальная температура питательной воды.

31. Расскажите, как определяется оптимальный диаметр трубопровода.

32. Расскажите, почему выравнивание подогрева по ступеням с помощью регуляторов отборов или частичного обвода сетевой воды помимо подогревателей не дает положительного результата.

33. Расскажите, какие режимы ступенчатого подогрева сетевой воды при свободном распределении пара по ступеням подогрева являются оптимальными.

34. Расскажите, в каких случаях использование теплофикационных пучков конденсаторов наиболее эффективно.

35. Расскажите, по какому критерию можно проводить выбор оптимальных параметров отопительных отборов новых турбин.

36. Расскажите, какую величину составляет экономически оправданный подогрев сетевой воды одним отбором турбины.

37. Расскажите, от каких параметров зависит оптимальная поверхность сетевых подогревателей.

38. Расскажите, в каких случаях выгоднее использовать водяные, а в каких – паровые системы централизованного теплоснабжения.

39. Расскажите, в каких случаях тепловые потребители могут присоединяться к тепловым сетям по независимой схеме.

40. Расскажите, в каких случаях тепловые потребители могут присоединяться к тепловым сетям по зависимой схеме.

41. Расскажите, как выбираются параметры температурного графика теплосети.

42. Расскажите, как рассчитать суммарный расчетный расход воды зимой в двухтрубных магистральных и распределительных тепловых сетях для определения диаметров трубопроводов при открытой системе теплоснабжения.

43. Расскажите, как рассчитать суммарный расчетный расход воды зимой в двухтрубных магистральных и распределительных тепловых сетях для определения диаметров трубопроводов при закрытой системе теплоснабжения.

44. Расскажите, как определяется диаметр трубопровода на участке.

45. Расскажите, каким требованиям должен удовлетворять пьезометрический график.

46. Расскажите, какие факторы необходимо учитывать при определении оптимальных характеристик транспортной сети.

47. Расскажите об особенностях выбора параметров и схем теплоснабжения от удаленных источников тепла.

ПРИЛОЖЕНИЕ*Образец оформления титульного листа*

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра тепловых электрических станций

Контрольная работа №
по дисциплине «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС»

Выполнил студент _____
Ф.И.О. _____ подпись _____

Дата _____

Группа _____

Шифр студента _____

Адрес студента _____

Проверил преподаватель _____
Ф.И.О. _____ подпись _____

Казань 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Цель и задачи освоения учебной дисциплины	3
Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы высшего образования	4
Результаты образования, формируемые в процессе освоения учебной дисциплины	4
Структура дисциплины «Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС»	5
Общие рекомендации по работе над дисциплиной	7
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	8
Методические указания по самостоятельному изучению дисциплины	9
Методические указания по выполнению и оформлению контрольных работ.....	13
Задания для выполнения контрольной работы № 1 (семестр 4)	15
Задания для выполнения контрольной работы № 2 (семестр 5)	18
Вопросы для подготовки к зачету (семестр 4)	21
Вопросы для подготовки к зачету (семестр 5)	23
Приложение	26

Учебное издание

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И ПАРАМЕТРОВ ТЭС

Программа, методические указания
по изучению дисциплины

Для студентов заочной формы обучения
по образовательной программе
«Технология производства электрической и тепловой энергии»
направления подготовки 13.04.01
Теплоэнергетика и теплотехника

Составитель: **Абасев Юрий Васильевич**

Кафедра тепловых электрических станций КГЭУ

Редактор редакционно-издательского отдела *Н.А. Мустакимова*
Компьютерная верстка *Т.И. Лунченкова*

Подписано в печать 15.11.16.

Формат 60×84/16. Бумага ВХИ. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.
Усл. печ. л. 1,6. Уч.-изд. л. 1,8. Тираж 500 экз. Заказ № 85/эл.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ,
420066, Казань, Красносельская, 51